



Facultad de
Ciencias Agrarias
y Forestales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

Trabajo Final de Carrera

Estudio de la esporulación del microsporidio *Nosema spp* en *Apis mellífera* L. Hymenoptera: Apidae en primavera en un colmenar en la ciudad de La Plata

Nombre de alumno: Lilli, Alan Jesús

Numero de legajo: 27772/5

Dirección de correo electrónico: alanjlilli@gmail.com

Teléfono: 2345 - 528877

DNI: 39.435.964

Nombre del Director: Ing. Agr. Raúl Carlos Pérez.

Fecha de entrega: 1 de marzo de 2021

Modalidad: Intervención Profesional

Índice

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	2
1 - IMPORTANCIA DE LA APICULTURA.....	3
1.1 - IMPORTANCIA DE LA APICULTURA ARGENTINA EN EL MUNDO.....	4
2 - CLASIFICACIÓN FITOGEOGRÁFICA DE LA ARGENTINA	5
2.1 - LA REGIÓN PAMPEANA:.....	5
2.2 - LA REGIÓN NOROESTE:	6
2.3 - LA REGIÓN NORESTE:	6
2.4 - LA REGIÓN DE CUYO:	7
2.5 - LA REGIÓN MESOPOTAMIA:	7
2.6 - LA REGIÓN PATAGÓNICA:	8
3 – IMPORTANCIA DE LA APICULTURA EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES	8
3.1 - REGIONES APÍCOLAS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES	9
3.1.1 - <i>Región Noroeste</i>	9
3.1.2 - <i>Región Norte</i>	9
3.1.3 - <i>Región del delta</i>	10
3.1.4 - <i>Región Cuenca del Salado</i>	10
3.1.5 - <i>Región Sudeste</i>	11
3.1.6 - <i>Región sudoeste</i>	11
3.1.7 - <i>Región Metropolitana</i>	11
4 - ROL DE LOS AGENTES POLINIZADORES.....	12
5 - PRÁCTICAS DE MANEJO APÍCOLA.....	14
5.1 - MANEJO INTEGRADO DE LA COLMENA.....	14
5.2 - BUENAS PRÁCTICAS APÍCOLAS Y DE MANUFACTURA	17
6 - SANIDAD APÍCOLA	18
6.1- CLASIFICACIÓN DE ENFERMEDADES QUE AFECTAN A LA COLONIA DE <i>ÁPIS MELÍFERA</i>	20
7 - LAS ESPECIES DEL GÉNERO <i>NOSEMA</i> DE IMPORTANCIA EN ABEJAS MELLIFERAS	21
7.1 - CARACTERÍSTICAS GENERALES DE <i>NOSEMASPP.</i>	22
7.2 - CICLO DE VIDA	22
7.3 - NOSEMOSIS	23
7.3.1 – <i>Nosemaapis</i>	24
7.3.2 – <i>Nosemaceranae</i>	26
7.5 - DIAGNÓSTICO DE LA ENFERMEDAD	27
7.6 - DAÑOS	27
7.7 -TRATAMIENTO	28
8- OBJETIVO	30

9-MATERIALES Y MÉTODOS	30
9.1 - LUGAR DEL ESTUDIO	30
9.2 - SELECCIÓN DE COLMENAS	30
9.3 - MONITOREO Y TOMA DE MUESTRAS	30
9.3.1 - Toma de muestras	31
9.3.2 - Procesado de la muestra. Macerado	31
9.3.3 - Técnica de Cantwell. Determinación Laboratorial.....	32
9.3.3.1 - Conteo.....	32
10 - RESULTADOS.....	34
11 - DISCUSIÓN	34
12 - CONCLUSIÓN.....	35
13 - BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	38
14 - ANEXO	47
FIGURA 1: GRAFICO DE TÉCNICA DE NOSEMOSIS	47
TABLA 1: NIVELES DE INFESTACIÓN EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE ESPORAS/ABEJA.....	48
TABLA 2. PORCENTAJES PROMEDIO DE LOS NIVELES DE INFECCIÓN	49
TABLA 3.RESULTADONIVELES DE INFECCIÓN DE <i>NOSEMASPP</i>	50
GRAFICO 1. CURVA DE ESPORULACIÓN DE <i>N. SPP</i> EN ALTA TEMPORADA APÍCOLA EN COLMENA N 1	51
GRAFICO 2. CURVA DE ESPORULACIÓN DE <i>N. SPP</i> EN ALTA TEMPORADA APÍCOLA EN COLMENA N 2	52

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer especialmente a quienes de alguna u otra forma hicieron posible que concluyera mis estudios universitarios.

A la Fundación Integrar, por el acompañamiento económico y apoyo emocional en todo momento durante mi paso por la facultad.

A mi Director de tesis Ing. Agrónomo Raúl Carlos Pérez, quien me animo y guio durante todo el proceso de elaboración de tesis.

A mis amigos y compañeros que hicieron que el paso por la universidad sea más amigable y llevadero para que juntos pudiéramos llegar a la meta.

Por último, quiero agradecer a mi familia, quienes fueron fundamentales en el apoyo y motivación desde el primer día.

RESUMEN

La apicultura ocupa un lugar destacado en la producción agropecuaria de la Argentina reconocida por la calidad de sus mieles, siendo Buenos Aires quien concentra la mayor cantidad de colmenas. Nosemosis es una enfermedad que afecta al sistema digestivo de las abejas melíferas *Apis mellifera* L. en la etapa adulta, causada por *Nosemaapis* y/o *Nosema ceranae*, ambos hongos microsporidios intracelulares. El Objetivo fue realizar la curva de esporulación de *Nosemaspp.* en colmenas en la FCAYF-UNLP durante el período agosto a diciembre de 2019. Se seleccionaron dos colmenas tipo Langstroth identificadas como N°1 y N°2, operadas con Manejo Integrado del Colmenar y las Buenas Prácticas Apícolas y de Manufactura. Se efectuó un muestreo individual semanal, utilizando la técnica de Cantwell para efectuar el conteo de esporos. Los resultados indicaron a inicios de primavera, que las colmenas se encontraban con una alta carga esporular, teniendo la N°1 con 32.650.000 esporos por abeja, mientras que la N°2 presentaba 9.850.000 esporos por abeja. Los valores encontrados registran un porcentaje promedio de las muestras con intensidad Grave 73.3%, Moderada 16,7 %, Leve 6,7% y un 3,3% con nivel Nulo. Ambas finalizaron con una disminución, si bien seguían manteniendo la condición de Nivel Grave. Se cumplió el objetivo propuesto, concluyendo que este tipo de estudios monitorean y controlan la evolución de Nosemosis, sugiriendo medidas correctivas para controlarla mediante prácticas de higiene, profilaxis y tratamientos terapéuticos. Esto redundará en un gran beneficio para la apicultura nacional logrando que la enfermedad permanezca por debajo del umbral de daño económico.

1 - IMPORTANCIA DE LA APICULTURA

La apicultura es una actividad agrícola que contribuye a la protección del ambiente y a la producción agroforestal mediante la acción polinizadora de las abejas (Pérez, 2007). El desarrollo de la apicultura puede utilizarse como una herramienta de trabajo fundamental para generar estrategias de gestión ambiental que permitan proteger la biodiversidad de una región en particular. Las abejas realizan un trabajo de vital importancia para la conservación de las diferentes especies vegetales, ya que existe un proceso de coevolución e interdependencia necesario para la existencia de ambas (Peña, 2003). Las abejas, al pecorear sobre diferentes flores en busca de néctar y polen para su alimentación, favorecen a éstas, transportando los granos de polen de una planta a otra. Así, se materializa la polinización y fecundación en plantas alógamas que requieren de la polinización cruzada para el desarrollo de los frutos y semillas que perpetuarán las especies (Camacho, 2001; McGregor, 1976).

Además de los beneficios mencionados que presenta la apicultura, es importante destacar el papel preponderante que esta cumple en la obtención de productos y subproductos de la colmena. La miel se encuentra en primer lugar, considerada la principal ganancia que producen las abejas. Es un alimento genuino e inocuo muy apreciado en la dieta humana, al poseer un efecto energético– estimulante producido por sus azúcares simples glucosa y fructuosa. Contiene además, sustancias benéficas para el organismo entre las que se citan las vitaminas y minerales. Entre los subproductos encontramos la obtención de polen, el cual posee excelentes propiedades para el consumo humano; su uso diario y dosificado brinda una sensación de fuerza y resistencia al cansancio. El propóleo es otro subproducto que tiene múltiples aplicaciones utilizado en la industria de pinturas y barnices. Además su empleo en medicina veterinaria está legislado para ser utilizado en ganadería bovina, mientras que en medicina humana su uso aplicado como medicina alternativa actúa como cicatrizante, antibiótico en infecciones de vías respiratorias y

digestivas, antiséptico en cirugías dentarias y antioxidante entre otros. Entre los subproductos que son considerados de menor importancia relativa se encuentran la jalea real, la cera y la apitoxina. La jalea real es empleada en industria dietética y cosmética. La cera que producen las abejas tiene diversas aplicaciones en la industria farmacéutica y cosmética, en la fabricación de papel carbón como así también en la producción de ceras industriales y elaboración de velas. El veneno de las abejas denominado apitoxina es utilizado en medicina no convencional. Se debe considerar como subproductos de gran importancia el material vivo que incluye a la producción de reinas fecundadas, celdas reales, núcleos y paquetes de abejas. El material vivo en la actualidad manifiesta una gran demanda en el mercado interno e internacional.

1.1 - Importancia de la apicultura Argentina en el mundo

La apicultura ocupa un lugar destacado en la producción agropecuaria de la Argentina reconocida por la calidad de sus mieles debido a sus características organolépticas y a su composición química. Argentina figura entre los cinco primeros productores mundiales de miel de abejas, ocupando en la actualidad el cuarto lugar como país productor con alrededor de 60.000 toneladas anuales. Cumple un rol preponderante en el mercado mundial como segundo país exportador de miel seguido de China, con aproximadamente el 95% de la producción total del país exportada a granel. Durante el primer trimestre (enero a mayo) del año 2020 se exportaron 32.748 toneladas de miel por un valor FOB de 75.092.314 USD, con un precio unitario de 2.29 USD /Tn. Siendo los EEUU el destino más importante de las exportaciones de miel, seguido por los países de la Unión Europea como bloque comercial y Japón en tercer lugar. Comparando con el mismo periodo del año 2019 se registró un incremento del 20.1 % en volumen y del 23.9 % en el valor FOB.

Además de la producción de miel para exportación Argentina exporta material vivo (abejas reinas) entre enero y marzo de 2020 por un valor FOB de 172.463 USD(Síntesis apícola, 2020).

El consumo doméstico de miel ronda los 200 gr. Per cápita al año, mientras que en países como Japón, Estados Unidos o Alemania alcanza 1 Kg. por persona(COPROFAM, 2020).

Las tendencias actuales de los mercados exigen la obtención de productos alimenticios inocuos, genuinos y que preserven el medio ambiente. Los gustos y preferencias de los consumidores están orientados hacia productos naturales y sanos que cuenten entre sus propiedades con beneficios para la salud. Una forma efectiva de lograr la satisfacción del cliente a través de un producto de calidad, es la aplicación de las Buenas Prácticas Apícolas y de Manufactura, herramientas indispensables en el camino de la implementación de sistemas de aseguramiento de la calidad. Las exigencias de los países compradores requieren una adaptación del sistema de producción a las nuevas demandas del mercado. La prevención y la capacitación son los medios para lograr este importante objetivo (Minagri, 2016).

2 - CLASIFICACIÓN FITOGEOGRÁFICA DE LA ARGENTINA

La República Argentina tiene una caracterización fitogeográfica con una gran riqueza y potencial melífero, lo que hace que en todo el país pueda desarrollarse la producción apícola. Se encuentra clasificada en Regiones Fitogeográficas denominadas Pampeana, Noroeste, Noreste, Cuyo, Mesopotamia y Patagónica (Cabrera, 1994).

2.1 - La región Pampeana:abarca el sur de Entre Ríos, Santa Fe, Córdoba, casi toda la provincia de Buenos Aires y el este de la Pampa. El clima varía de templado a templado-húmedo con lluvias todo el año que disminuyen de norte a sur y de este a oeste desde 1100 a 600 mm anuales, la temperatura media anual oscila entre 13 a 17 °C. Es la región más importante del territorio argentino desde el punto de vista económico ya que por sus

características de clima y suelo la transforman en una zona agrícola y ganadera por excelencia. La economía agrícola se basa en el cultivo del trigo, maíz, lino, avena, cebada, centeno, girasol y soja además de la explotación de la papa. También se desarrollan en la región la actividad ganadera bovina y ovina.

Dada estas condiciones ambientales es una zona apícola por excelencia, agrupándose la mayor cantidad de apicultores en esta región. El rendimiento es de 35 kg por colmena (Minagri, 2016).

2.2 - La región Noroeste: está compuesta por la provincia de Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y Santiago del Estero. El clima predominante es subtropical, siendo seco y cálido. Sin embargo en la región podemos encontrar dos tipos de clima: árido de alta montaña debido a la Cordillera de los Andes, semidesierto y por otro costado se puede encontrar el clima subtropical que caracteriza la zona de sierra. Las precipitaciones rondan entre 500 a 800 mm anuales. La temperatura media oscila de 20 a 23 °C. Las actividades que se realizan son vitivinicultura, caña de azúcar, tabaco, cítrico, frutos secos (Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, 2014). Considerando a la producción apícola, esta región tiene la posibilidad de convertirse, en la gran productora de material vivo, a saber, paquetes, núcleos, celdas reales y reinas fecundada. Esto obedece a que las características ecológicas que permiten anticipar la producción denominada primicia, referida a las otras regiones apícolas. La entrada de néctar comienza con la floración de frutales cítricos, luego la del algarrobo y actualmente el aporte proviene del monte natural. El rendimiento es de 30 kg por colmenas (Minagri, 2016).

2.3 - La región Noreste: comprende dos subregiones: la Chaqueña y la Mesopotamia. Se compone por Misiones, Corrientes, Entre Ríos, Chaco y Formosa. El clima es cálido y húmedo con precipitaciones anuales que rondan en 1564 mm. La temperatura media anual varía entre 20 y 22 °C. La economía de la región predominan las actividades

primarias, agricultura especializada en cultivos subtropicales como algodón y arroz. Además se cultiva yerba, tabaco y también se realiza ganadería (Ministerio del Interior, Obras Publica y Vivienda, 2014).La apicultura se ha convertido en una actividad agropecuaria de gran importancia tanto por la generación de productos con alta demanda en los distintos mercados, como por el gran impacto social que implica la actividad, siendo una alternativa viable para la mejora de la calidad de vida de aquellos que la implementan. Con rendimientos de 15-20 kg por colmenas (INTA, 2016)

2.4 - La región de Cuyo: abarca las provincias de Mendoza, San Juan y San Luis. El clima es frío y seco, siendo la temperatura promedio de 16 °C. Con unas precipitaciones que rondan en los 240 mm anuales. Una de las actividades más importantes es el cultivo de vid y la fabricación de vinos siendo la región de Cuyo reconocida por la excelencia de sus uvas y su producción vitivinícola (Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP, 2016).

El 95% de la miel que producen es vendida a granel a acopiadores que luego la fraccionan y exportan a Japón, Alemania, los Estados Unidos y países árabes como principales destinos (INTA, 2014). La actividad apícola va creciendo no solo en la producción de miel sino también en los servicios de polinización que requieren algunos cultivos como la producción de semillas y frutales. Además se obtiene cera, polen, propóleos y jalea real (Ministerio de Producción y Desarrollo Económico, 2017). La productividad interanual en esta región es de 30 Kg de miel por colmena/año (INTA, 2016).

2.5 - La región Mesopotamia: conformada por Misiones, Corrientes y Entre Ríos. El clima es cálido y húmedo con lluvias abundantes en primavera y verano. La temperatura media anual varía entre los 20 y 21 °C. Es la principal región forestal del país y la explotación de este recurso es su actividad más importante dando lugar a las industrias de la madera, celulosa y papel. Otros productos relevantes son yerba mate, té, y tabaco.

La producción apícola de esta región ha tenido un crecimiento significativo en el último tiempo, concentrándose principalmente en Entre Ríos, como consecuencia de la floración presente sobre ese sitio, alcanzándose muy buenos rendimientos, que rondan en los 35 kg por colmena (INTA, 2016).

2.6 - La región Patagónica: comprende Neuquén, el centro de Río Negro, Chubut y Santa Cruz. El clima es árido y semidesértico. La principal actividad es la fruticultura, en donde se aprovecha las abejas para la polinización ya que se producen principalmente frutales de carozo y de pepita, requiriendo polinización cruzada. La producción apícola se realiza en zona protegida de los fuertes vientos a través del relieve o por medio de la implantación de cortina forestales. El promedio de cosecha oscila entre 30 y 35 kg anuales por colmena en temporadas normales. En los veranos muy secos el promedio rondó en los 15 kg por colmena y en épocas de bonanza superaron los 55 kg (INTA 2016).

3 – IMPORTANCIA DE LA APICULTURA EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

La Provincia de Buenos Aires, constituye una de las mejores áreas para las actividades agropecuarias y comprende la zona núcleo apícola de la Argentina. Buenos Aires es la principal productora de miel, generando el 53 % de la producción nacional, la cual durante el periodo de enero-mayo del 2020 exportó 32.748 toneladas de miel, siendo Estados Unidos el destino más importante, por un valor FOB de 75.092.314 US\$ con un precio unitario de 2.29 USD/Tn. Se registró un incremento del 20,1% en volumen y del 23,9% en el valor FOB respecto al mismo período del año 2019. Es la provincia con el mayor número de apicultores (4.293) y cantidad de colmenas (1.274.921) (Síntesis apícola, 2020). Esta provincia se encuentra comprendida en la región fitogeográfica Pampeana descripta en el

201 apartado 2.1., generando una producción de mieles multifloras y monofloras de gran valor
202 comercial.

203 **3.1 - Regiones apícolas de la Provincia de Buenos Aires**
204

205 El ex Ministerio de Asuntos Agrarios de Buenos Aires, MAA, actual Ministerio de
206 Desarrollo Agrario, MDA, caracterizó en el año 2013 a la misma y la dividió en 7 Regiones
207 Apícolas de referencia: Noroeste, Norte, Delta, Cuenca del Salado, Sudeste, Sudoeste y
208 Metropolitana.

209 **3.1.1 - Región Noroeste**

210 Esta región es conocida como pampa arenosa. El clima es sub-húmedo con una media
211 anual de precipitaciones entre 600 a 800 mm. La temperatura promedio anual es de 16°C
212 (INTA, 2016). Las actividades principales son la agricultura y la ganadería, lo que permite
213 que haya una amplia variedad de flores para que las abejas puedan extraer el néctar y el
214 polen. Los rendimientos promedio por colmena son de 30 kg, las especies que brindan
215 néctar son cardos (*Carduus* spp) y tréboles (*Trifolium* spp) en diciembre, le sigue el girasol
216 (*Helianthus annuus*) en enero y los montes de eucaliptus (*Eucalyptus* spp) (M.A.A, 2013)

217 **3.1.2 - Región Norte**

218 Comprende lo que se llama la pampa ondulada, el clima es sub-húmedo a húmedo, las
219 precipitaciones medias anuales son de 900 mm. Los suelos son Argiudoles típicos, con
220 excelente nivel de materia orgánica otorgando características agronómicas por excelencia
221 para la producción de cereales desplazando la producción ganadera a zonas más
222 marginales como también sucede con la actividad apícola. Unos de los principales
223 problemas que afecta a esta región para la apicultura es el aumento del uso de
224 agroquímicos (M.A.A 2013).

225 Las principales especies de interés apícola de esta región son: cardo negro
226 (*Cirsiumvulgare*), diente de león (*Taraxacum oficinales*), nabo (*Brassicarapa*), trébol
227 blanco (*Trifoliumrepens*), eucaliptus (*Eucalyptusspp*), girasol (*Helianthusannuus*), alfalfa
228 (*Medicago sativa*) (INTA, 2008).

229 **3.1.3 - Región del delta**

230 Esta región se encuentra ubicada en la desembocadura del río Paraná, que
231 conjuntamente con el río Uruguay forman el estuario del río de la plata. Los suelos están
232 compuestos por limo y arena. El clima es templado y húmedo, la temperatura media ronda
233 en los 23 °C, las precipitaciones tienen una media de 950 mm anuales.

234 Los productores apícolas cuentan con una zona de arranque temprano debido a la
235 floración del sauce llorón (*Salixbabylonica*), espinillo (*Vachellia caven*), álamo
236 (*Populus* spp.), por lo que se utiliza para multiplicación temprana de los apiarios. A su vez
237 es una zona productora de polen obteniéndose muy buenos rendimientos. Además es una
238 zona productora de propóleos. Para la producción de miel cuentan con una entrada
239 temprana de néctar, luego se corta y se reanuda más tarde (M.A.A, 2013).

240 **3.1.4 - Región Cuenca del Salado**

241 Esta región es una llanura sumamente plana, abarca la cuenca del río Salado, arroyo
242 Vallimanca y el río Samborombom. El clima es templado y el régimen de precipitaciones
243 es de 1000 mm en la parte norte y 800 mm en el sur. La escasa pendiente y los
244 horizontes sub-superficiales con elevado contenido de arcilla, hacen que esta región sufra
245 permanentemente sequías e inundaciones.

246 En estos suelos se desarrolla pastizal natural donde se realiza ganadería permitiendo
247 realizar en conjunto con apicultura, trabajando con especies de gran adaptación como
248 lotus (*Lotus corniculatus*), cardo negro (*Cirsiumvulgare*), nabo (*Brassica rapa*),

249 melilotus(*Melilotusofficinalis*), menta (*Menthapeperita*)logrando la obtención de mieles
250 monoflorales. El rendimiento de miel oscila entre 30 a40 kg por colmenas (M.A.A, 2013).

251 **3.1.5 - Región Sudeste**

252 Abarca el sistema de Tandilla y el sudeste bonaerense. El clima es sub-húmedo con
253 precipitaciones que oscilan entre 700 y 800 mm anuales. Los suelos son aptos para
254 agricultura y se realiza producción mixta (agricultura y ganadería). La producción de colza
255 (*Brassicnapus*) en esta zona está creciendo año tras año, lo cual es importante para la
256 apicultura.La entrada de néctar es abundante, siendo los rendimientos entre 35-40 kg
257 (M.A.A, 2013).

258 Las especies vegetales de mayor interés apícolas de esta región son: trébol blanco
259 (*Trofoliumrepens* L), mostacilla (*Rapistrumrugosum*), acacia negra (*Gleditsiatriacanthos*),
260 calden (*ProsopiscaldeniaBurkart*), Eucaliptus (*Eucalyptussp*), vara de oro
261 (*SolidagochilensisMeyen*) (M.A.A, 2013).

262 **3.1.6 - Región sudoeste**

263 El clima es sub-húmedo-seco en el norte, semiárido en el centro y árido en el sur, las
264 precipitaciones oscilan entre 400 a600 mm anuales. Los suelos son arenosos, siendo la
265 actividad principal la ganadería. La flora predominante es el abrepuño (*Centaurea*
266 *solstitialis*), eucaliptos (*Eucaliptus spp*) y la flor amarilla (*Diplo taxistenuifolia*)
267 (M.A.A,2013).

268 **3.1.7 - Región Metropolitana**

269 Esta región es particular por el tipo de apicultor periurbano, floración y clima. Comprende
270 los alrededores de la ciudad de Buenos Aires, siendo la floración muy variada y abundan
271 las especies forestales como eucaliptus (*Eucaliptus spp*), ligustro (*Ligustrumsp.*) y
272 fresno(*Fraxinuspennsylvanica*) que brindan aporte de néctar y polen. Las especies

herbáceas de importancia apícola son: nabo (*Brassica rapa*), diente de león (*Taraxacum officinale*) y tréboles (*Trifolium spp.*).

Debido a las características de la flora, es común que el apicultor realice además de la producción de miel, la producción de polen y propóleos. También es una zona productora de núcleos y reinas para la venta (M.A.A, 2013).

El colmenar en estudio en donde se realizó el presente Trabajo Final de Carrera se encuentra ubicado en la región Cuenca del Salado caracterizada por la Provincia de Buenos Aires, perteneciente a la Región Fitogeográfica Pampeana.

4 -ROL DE LOS AGENTES POLINIZADORES

Los agentes polinizadores, como las abejas, mariposas, pájaros, polillas, escarabajos e incluso los murciélagos, ayudan a que las plantas se reproduzcan. Juegan un papel vital en el mantenimiento de los ecosistemas al ser parte estructural de este y proporcionan alimentos junto a otros recursos y servicios necesarios para la biodiversidad del planeta (FAO, 2015). La contribución más importante de las abejas melíferas es sin duda su papel en la polinización, la cual es definida como la transferencia de polen de los órganos masculinos al estigma de la flor femenina, lo que hace posible la formación de frutos y semillas. Cuando la polinización es exitosa el polen depositado en el estigma germina y forma tubos que transportan los gametos masculinos a través del estilo hasta alcanzar los óvulos en el ovario. De esta forma los óvulos que contienen los gametos femeninos son fertilizados, se transforman en semillas y el ovario se convierte en fruto. De esta manera las plantas que son organismos poco móviles se benefician del movimiento de los polinizadores para dispersar sus gametos masculinos y lograr descendencia mediante reproducción sexual (Garibaldi et al., 2012).

La promoción de la polinización mediante la conservación del medio natural favorece al mismo tiempo otros servicios brindados por la vida silvestre, como el control biológico de

298 plagas, la protección de cursos de agua, la fijación de carbono atmosférico y la
299 preservación de la biodiversidad. No hay que olvidar la importancia de la última como
300 fuente de especies medicinales o de plantas alimentarias. Y tampoco es de omitir el valor
301 recreativo del medio natural. La reproducción de 87% de las plantas con flores o
302 angiospermas aumenta por la acción de polinizadores, a su vez los frutos de estas
303 plantas son alimento para diferentes animales que brindan otros servicios, como aves que
304 dispersan semillas, sapos que consumen insectos plaga, entre otros. Es decir, las
305 decisiones sobre el uso de la tierra afectan habitualmente a varios servicios que provee
306 simultáneamente la vida silvestre. Y esas decisiones no deberían solo basarse en razones
307 utilitarias sino también en los valores culturales de la naturaleza silvestre (Garibaldi et al,
308 2012).

309 Se estima que 52 de las 115 principales fuentes de alimento para el hombre dependen
310 directamente de la polinización tanto para la producción de frutos como de semillas (Klein
311 et al. 2007). Por este motivo es fundamental la protección de los polinizadores, dado que
312 sin estos la alimentación de la humanidad se verá afectada. Por este motivo es de
313 fundamental importancia generar ambientes amigables con los polinizadores silvestres
314 para que estos puedan desarrollarse adecuadamente. Hoy en día estos se encuentran en
315 una menor proporción dado que se expandió exponencialmente la frontera agrícola,
316 donde hay un mayor uso de productos químicos para el control de plagas y enfermedades
317 de los cultivos, se utilizan un mayor número de especies mejoradas genéticamente y
318 demás formas de producción que, de una forma u otra, alteran el desarrollo y la
319 supervivencia de estos insectos polinizadores. Por lo tanto para mantener comunidades
320 sanas de polinizadores, es importante que se pueda lograr producciones que generen un
321 menor impacto ambiental, con un mayor grado de diversidad en las producciones donde
322 favorezcamos el desarrollo de diferentes especies benéficas para el ecosistema.

323 Muchos de los cultivos de interés económico son polinizados gracias a la silenciosa labor
324 que realizan las abejas melíferas. El movimiento específico de colmenas de una región
325 geográfica hacia otra para efectuar servicios de polinización se denominada
326 trashumancia.

327 **5 -PRÁCTICAS DE MANEJO APÍCOLA**

328 **5.1- Manejo Integrado de la colmena**

329

330 El Manejo Integrado del Colmenar denominado MIC(Pérez & Bruno, 2012) plantea la
331 necesidad de llevar adelante la explotación apícola con un criterio técnico-productivo. Esto
332 se realiza a fin de evitar el stress en las colmenas a causa de la alteración de las
333 condiciones climáticas reinantes como suele suceder en algunas temporadas en diversas
334 regiones productivas. Además, se puede presentar esta problemática cuando el apicultor
335 por desconocimiento o falta de planificación de sus actividades no realiza los manejos
336 estacionales respectivos, afectando directamente la sanidad o la alimentación de la
337 colonia de abejas por nombrar algunos. Es por ello que resaltar el análisis de los factores
338 que forman parte del Manejo Integrado llevará a mejorar la producción logrando que las
339 colonias de abejas no pierdan el vigor y fortaleza que las caracteriza y el apicultor intente
340 obtener los mejores rendimientos en su emprendimiento productivo. Se debe dejar bien
341 en claro que el correcto manejo de las colmenas respeta las pautas fundamentales de
342 conservación de nuestro medio ambiente.

343 Los Factores del Manejo Integrado se pueden clasificar en Directos e Indirectos. Esta
344 clasificación radica básicamente en el concepto de que los Directos son los que el
345 apicultor puede manejar, es decir, tiene la capacidad de decidir en función de su criterio
346 técnico que prácticas correctivas deberá implementar en su colmenar a fin de tener
347 buenos resultados. Los Indirectos, son los que no dependen del trabajo que realiza el

348 apicultor al manejar sus colmenas, sino de situaciones que él no puede definir. Dentro de
349 los Factores Directos encontramos:

350 • **Genética:** hace referencia a la importancia que tiene la reina en la colonia de
351 abejas y el manejo que el apicultor le debe dar a la misma. Dos aspectos debe
352 tener en cuenta el productor al referirnos a la reina: características productivas de
353 la reina y vida útil. Es necesaria la práctica de introducir nuevas reinas de
354 diferentes orígenes al del apiario, puesto que de esta manera se logra evitar los
355 graves problemas que acarrea la consanguinidad en la faz productiva, entre otros
356 el sanitario que implica susceptibilidad a algunas enfermedades por citar un
357 ejemplo.

358 • **Alimentación:** debe ser considerada desde el punto de vista de la nutrición de las
359 abejas respetando su condición de seres vivos que necesitan calidad y cantidad
360 de nutrientes. Además se debe tener presente que las abejas no son creadoras de
361 alimento, sino transformadoras de los nutrientes que obtiene de la naturaleza. Los
362 alimentos básicos son: miel constituida por azúcares simples Glucosa y Fructosa;
363 polen el cual tiene un alto porcentaje de proteínas con aminoácidos esenciales, y
364 agua fuente necesaria para la vida.

365 • **Manejo de los espacios:** los espacios resultan fundamentales a fin de eficientizar
366 las actividades de las abejas melíferas, permitiendo la formación del racimo
367 invernal en la baja temporada y la expansión primaveral sin causar desequilibrios
368 en la población. Estos desequilibrios son responsables del aumento del consumo
369 de miel a fin de regular la temperatura en el interior de la colmena, como así
370 también causan situaciones de stress que directamente están relacionadas con los
371 demás factores del manejo racional de la cámara de cría. Se debe analizar el
372 manejo del espacio en relación con la época del año en la cual estamos trabajando

en el apiario. Los espacios son acondicionados a fin de lograr una buena ventilación, una humedad y temperaturas óptimas: 40 a 60 % de H y 35 °C de temperatura en el interior de la colmena, en el área de cría. Así se ven dos situaciones perfectamente diferenciadas en cuanto al criterio a seguir, si es baja o alta temporada.

- **Sanidad:** la sanidad está directamente relacionada con la necesidad de que las colonias estén fuertes para que de esta manera puedan convivir con los patógenos responsables de las enfermedades presentes en el medio apícola. Se debe realizar un manejo racional de los medicamentos para controlar las diferentes enfermedades que se pueden llegar a presentar y hay que tener un claro concepto de higiene y profilaxis para realizar las diferentes tareas en el apiario.

Dentro de los Factores Indirectos están:

- **Condiciones climáticas reinantes:** es deseable tener estaciones bien diferenciadas desde el clima y la ecología. Pero ésta situación no es la que se presenta en nuestra zona, por lo general. El apicultor deberá observar las condiciones de clima variante para decidir según su criterio el manejo que tiene que hacer en el colmenar. Por ello podrá realizar más visitas cuando el clima no acompaña a fin de solucionar problemas que pudieran haberse presentado en el apiario. Entre las situaciones críticas que se deben tener en cuenta se puede mencionar inundaciones, sequías, estaciones no delimitadas como son los ciclos estacionales variables, veranitos de San Juan, los que presentan un período corto de clima estival en pleno invierno. Se debe considerar además las heladas tempranas y tardías.
- **Extracción y Cosecha de miel:** la sala de extracción debe cumplir la normativa que indica la legislación vigente. De esta manera las mieles serán

cosechadas correctamente, cumpliendo con las exigencias de comercialización, cuando el apicultor contrate servicios a terceros para extraer su miel.

- **Capacitación técnica y económica del apicultor:** el apicultor deberá considerar todos los criterios técnicos a fin de realizar una buena campaña apícola, respetando sustancialmente los principios del Manejo Integrado del Colmenar. También debe tomar conciencia de la importancia de considerar a su empresa apícola, independiente del número de colmenas que posea, como integrante de la cadena de producción agropecuaria. Al momento de realizar el análisis económico deberá obtener rentabilidad en la producción según el modelo y/o escala de producción elegida.

Este último ítem, dada la impronta productiva actual en el corto plazo deberá ser interpretado como un Factor Directo.

Esta propuesta indica la necesidad de interpretar el significado técnico del Manejo Integrado del Colmenar. Este establece que no hay un factor de manejo prioritario sobre el otro, ya sea este Directo o Indirecto, sino que todos deben ser considerados en su conjunto. Se debe analizar específicamente la época del año en la que se está realizando la tarea en el colmenar, a fin de utilizar el criterio técnico que corresponda.

5.2- Buenas Prácticas Apícolas y de Manufactura

Las recomendaciones de las Buenas Prácticas Apícolas y de Manufactura, designadas BPAyM, consideran que el aspecto sanitario tiene como objetivo mantener a las colmenas con un adecuado control de las enfermedades que afecten a las abejas melíferas a fin de no perjudicar su vida útil ni su productividad. Esta modalidad de trabajo impulsa evitar la contaminación con productos químicos medicamentosos como antibióticos y acaricidas, que se utilizan para el control de las diversas patologías. De esta manera evitaremos la contaminación de los productos y subproductos obtenidos de las colmenas. Se debe

procurar que todas las prácticas de manejo estén dirigidas a la prevención de las enfermedades, adoptando sistemas de monitoreo estratégicos (Minagri, 2016).De esta forma se apunta a la obtención de un producto inocuo, saludable, sano y de calidad respetando el medio ambiente, la salud de los trabajadores y los consumidores.

La aplicación adecuada de esta forma de trabajo y de organización, como son el MIC y las BPAyM, permitirá que todos los integrantes del sector se articulen de acuerdo a las normas que rigen tanto en el mercado nacional como en el internacional. Individualmente considerados, mejoraran su producción y sus posibilidades económicas, pero analizados en conjunto, harán que la apicultura argentina incremente sus ventajas que caracterizan a nuestro país como una potencia productora y exportadora de miel.

De este modo el Ministerio de Agroindustrias MINAGRI en 2016 estableció pautas de trabajo que se encuadran dentro de las exigencias del mercado y por este motivo, a través de herramientas de difusión se espera concientizar al productor apícola para que transite conjuntamente con los organismos de apoyo, el camino de la excelencia.

6 - SANIDAD APÍCOLA

En la apicultura actual existen problemáticas de orden climatológico, sanitarias y de intoxicación por productos fitosanitarios entre las más significativas. Esto representa un gran desafío profesional en el medio productivo. Por lo cual es imperioso, específicamente en el caso de la sanidad apícola, intensificar las acciones técnicas para contrarrestar los daños que los patógenos producen en las colonias de abejas. De esta forma se alcanzará el objetivo de mantener el vigor en las colonias de abejas sin llegar al umbral de daño económico. Esto implica actuar profesionalmente tanto en el manejo de las colmenas para obtención de productos y subproductos, como así también en la preservación de la biodiversidad.

447 Es de destacar lo expresado por Fritzsche & Bremer en el año 1975, sobre el concepto de
448 la sanidad apícola: *“La sanidad apícola es el conjunto de procedimientos, tareas, bienes y*
449 *servicios encaminados a preservar y proteger la salud de las colonias de abejas con el*
450 *objetivo de mantener las colmenas vigorosas y altamente productivas. Dentro de la*
451 *Sanidad Apícola se puede diferenciar una forma de trabajo preventiva y otra curativa. La*
452 *acción preventiva sobre las enfermedades se ejerce mediante la higiene y profilaxis de las*
453 *colmenas, las herramientas y los equipos utilizados en el colmenar que involucran los*
454 *cuidados, prácticas y técnicas de limpieza o aseo pertinentes a conservar la salud y*
455 *prevenir enfermedades. Con estas acciones se tiende a reducir la cantidad de inóculo en*
456 *el caso de hongos y bacterias o de individuos en el caso de plagas animales e insectiles a*
457 *partir de la remoción de las acumulaciones de materiales donde estos organismos pueden*
458 *desarrollar las funciones biológicas necesarias para cumplir su ciclo de vida o donde se*
459 *pueden mantener en latencia hasta encontrar condiciones más favorables para su*
460 *desarrollo”.*

461 Las abejas de todo el mundo son afectadas por una gran cantidad de enfermedades
462 infecciosas incluyendo virus, bacterias, hongos y también parásitos como ácaros que
463 afectan la producción de miel ya que reducen la población de abejas de la colonia
464 afectada.

465 Desde el punto de vista productivo, el manejo de estas enfermedades se puede realizar
466 mediante métodos curativos una vez diagnosticada la enfermedad o bien con prácticas de
467 manejo preventivas que permiten que las colonias mantengan su vigor (Stanchiet al.,
468 2019).

469 Todas estas enfermedades pueden transmitirse en el propio seno de la colonia y/o entre
470 colonias. La transmisión horizontal es la transferencia de agentes patógenos o parásitos
471 entre abejas de una misma colonia o bien entre colonias, mientras que la transmisión

vertical es la transferencia de las crías a las abejas adultas, o bien de la reina, los zánganos o las obreras a las crías. Entre colmenares las enfermedades se transmiten por la formación y migración de enjambres o por la intervención imprudente del hombre. Afortunadamente ninguna de las enfermedades de las abejas se transmite al hombre en condiciones naturales, es decir no hay zoonosis (Ritter, 2014).

6.1- Clasificación de enfermedades que afectan a la colonia de *Apis mellifera*

Los agentes patógenos que atacan a las abejas producen enfermedades en sus diferentes estadios de desarrollo a saber: cría, adulto o en ambos. Además se pueden presentar trastornos no infecciosos que son ocasionados por desórdenes ambientales y/o alimenticios. Las enfermedades más comunes (Bruno, 2011) que afectan a las abejas según el estadio en que las atacan se clasifican en:

Enfermedades de la Cría:

- a) Loque europea (*Melissococcus plutonius*),
- b) Loque americana (*Paenibacillus larvaesubspecielarvae*),
- c) Ascophaerosis (*Ascosphaera apis*)
- d) Cría ensacada (*Morator aetatulae* Holme).

Enfermedades de los adultos:

- e) Nosemosis (*Nosema apis* y *Nosema ceranae*),
- f) Acariosis (*Acarapis woodi* Rennie).

Enfermedades comunes a ambos estadios:

g) Varroosis(*Varroa destructor*)

h) Virus de la Parálisis Aguda VPC.

En este Trabajo Final de Carrera se estudiará la enfermedad Nosemosis que ataca a la etapa adulta.

7 - LAS ESPECIES DEL GÉNERO NOSEMA DE IMPORTANCIA EN ABEJAS MELLIFERAS

El género *Nosema* presenta cerca de cien especies descritas. Un representante de gran importancia dentro del género es *Nosema bombycis*. Esta especie se encontró asociada a la cría del insecto *Bombyx mori*, y fue descrito como el agente causal de la pebrina, esto afectó de manera considerable la industria de la seda en Europa (Cornejo & Rossi, 1975). En la apicultura existen dos especies del género que son conocidas por infectar el ventrículo o intestino medio de *Apis mellifera*, estos son *Nosema apis* (*Nosemosis tipo A*) y *N. ceranae* (*Nosemosis tipo C*). Las infecciones provocadas por ambas especies de *Nosema* primariamente son transmitidas vía exposición fecal-oral cuando las abejas limpian los marcos o consumen alimento o agua contaminada con esporos (Sokolova et al., 2006). Durante varios años *N. apis* fue la principal especie que parasitaba *A. mellifera*, causando Nosemosis. Por otro lado, *N. ceranae*, fue descubierta en la abeja asiática *Apis ceranae* en 1994. En el año 2006, luego del renombrado Síndrome de Colapso de Colmenas, causante de la muerte masiva de abejas en España, el microsporidio *N. ceranae* presentó por primera vez el salto de su hospedador *A. ceranae* a *A. mellifera*. Luego de esto comienzan a surgir un gran número de investigaciones tendientes a determinar cuál es la especie que se encuentra parasitando a las abejas melíferas, ya

que, de ser *N. ceranae* podría tener un efecto directo en la muerte de las colmenas. Luego de un trabajo realizado por Klee y colaboradores en 2007, se diseñó un mapa de distribución mundial de esta especie, encontrándose en distintos países de Europa, Oceanía y América. Un trabajo realizado por Paxton y colaboradores en el año 2007 determinó que *N. ceranae* se encontraba parasitando a la abeja melífera desde 1998. Además, se encontró en otras especies del género *Bombus* y recientemente fue identificado en especies de abejas sin aguijón (Paxton et al., 2007).

7.1 - Características generales de *Nosema* spp.

Nosema spp. incluye a las dos especies *N. apis* y *N. ceranae* a las cuales refiero en la siguiente descripción. Las infecciones provocadas por *Nosema* spp. se presentan principalmente cuando las abejas obreras realizan actividades de limpieza de los panales o al realizar la transferencia de alimento entre abejas denominado trofalaxia y esto se presenta en este caso entre abejas infectadas y abejas sanas (Cali & Takvorian, 2014). En el momento que son consumidas, las esporas viajan a través del tracto digestivo de las abejas melíferas hasta que germinan en el ventrículo de su sistema digestivo. Estas esporas estructuralmente presentan dos membranas, la exospora proteínica y electrodensa, y la endospora quitinosa y electrolúcida, que la hacen resistente a los factores ambientales adversos. Los esporos de *Nosema* spp. presentan un aparato nuclear diplocariótico compuesto por dos núcleos adyacentes morfológicamente idénticos que se dividen en forma igual y sincrónica (Cali & Takvorian, 2014).

7.2 - Ciclo de vida

El ciclo de vida de la mayoría de los microsporidios, en especial del género *Nosema* comienza con la germinación de las esporas. Esta es dirigida por procesos que aún no están completamente claros. El desplazamiento del calcio intracelular y posterior anclaje calcio/calmodulina en la superficie de las esporas podría comenzar una cascada de

señales que contribuirían al proceso de hinchamiento y turgencia del polaroplasto. Una vez eyectado el esporoplasma dentro de la célula ventricular, comienza su crecimiento, en una fase denominada vegetativa o meronte. Luego de 24 horas de la infección, se inicia la merogonia (división celular), dando lugar a la división binaria de merontes diplocarióticos o por medio de fisión se producen cadenas multinucleadas (Franzen & Müller, 1999). Estas estructuras son denominadas merozoitos, se asemejan a los merontes con un retículo endoplasmático bien desarrollado. Esta es la fase proliferativa del ciclo de *Nosema*. Seguido del desarrollo de los merontes se forman los esporontes, los cuales presentan una cubierta superficial de quitina. Por una única división binaria van a dar como resultado dos esporoblastos, formando esporos de pared fina o endoespora y un corto filamento polar. Dichas esporas son consideradas esporas primarias o tempranas, se desarrollan en el interior de la célula o en células adyacentes (Sarlo, 2010; Botias, 2013).

Luego de la germinación, el esporoplasma es eyectado dentro de la célula ventricular, comenzando de este modo su crecimiento. Por medio de múltiples divisiones se produce una segunda secuencia de esporulación. Se forman nuevos esporontes diplocarióticos, por división de los mismos se vuelven a formar dos esporoblastos, en este caso se generan esporas maduras con endoespora gruesa y un largo filamento polar, las cuales pueden provocar la lisis de la célula y salir al exterior por la luz intestinal con las heces, fase que se denomina esporogónica. La fase infectiva la presentan los dos tipos de esporas que se desarrollan tanto la espora primaria, como la madura (Sarlo, 2010; Botias, 2013).

7.3 -Nosemosis

Nosemosis fue descrita por primera vez en el año 1909 por Zander, esta enfermedad a pesar de presentarse en todo el mundo, tiene un mayor impacto en climas templados,

donde la esporulación se ve estimulada con las temperaturas y humedad predominantes, dado que su desarrollo óptimo se da con temperaturas que rondan entre los 18 y 20 °C y con humedad del 65 – 75%. En cambio, en los países con climas tropicales y subtropicales los efectos de la enfermedad se consideran poco importantes dada las condiciones ambientales(Fries et al. 2003). El organismo causante de esta enfermedad es un microporidio unicelular denominado *Nosemaspp.* y durante muchos años se atribuyó esta enfermedad a *N.apis*, hasta revelarse la presencia de *N. ceranae* en *Apis mellifera*, tal como fue referenciado en el apartado 7 del presente trabajo.

La Nosemosisse produce tanto en abejas obreras, zánganos y reina, es decir que toda la población adulta de la colmena se ve afectada por el ataque de esta enfermedad, lo que genera una disminución en la producción y la longevidad de las abejas(Fries et al, 2006). Estas dos especiesque producen la enfermedad presentan ciertas diferencias con relación a aspectos morfológicos, patrones epidemiológicos y sintomatológicos que para una mejor interpretación serán descriptos a continuación de forma individual.

7.3.1 –*Nosemaapis*

Para observar las características morfológicas de las esporas de *N.apis* y poder diferenciarlo de *N. ceranae*, es necesario contar con un microscopio electrónico(Chen, 2008), dado que estas dos especies presentan esporos de características morfológicas similares. De esta manera se mide el largo de las esporas y este debe ser de seis micrones en cuanto al ancho de estas será de tres micronesy se halla envuelto en una fina y resistente membrana.En cuanto a su forma es ovalada. Otra de las diferencias que presentan las esporas de este tipo de Nosemosis es que su filamento polar presenta entre veintiséis y treinta y dos vueltas(Bruno, 2011).En el extremo posterior de la espora, se aloja una vacuola con material flocular. Toda su estructura se presenta rodeada por el esporoplasma.

590 La infección de las abejas con las esporas de Nosema tipo A se puede dar por la ingesta
591 de alimentos contaminados con esta forma de resistencia y dispersión de la enfermedad o
592 por el mecanismo de trofalaxia, es decir en el pasaje de alimento entre las abejas, por lo
593 tanto la secreción de las glándulas hipofaríngeas y salivales de las abejas obreras que se
594 utilizan para alimentar a la reina y las larvas, podría ser otro vehículo para la transmisión
595 horizontal fecal-oral y alimentaria del parásito en las colonias de abejas. También las
596 esporas se pueden encontrar en aguas estancadas, o en el ambiente que rodea el
597 colmenar, suelo, alzas en bodega, utensilios y herramientas del apicultor que no son
598 desinfectados(Neira, 1994).

599 Luego de ingeridas las esporas, estas germinan dentro de la abeja una vez alcanzado la
600 luz del ventrículo. En este sitio el casquete polar de las esporas comienza a digerirse a
601 causa de los jugos estomacales que tienen un pH básico. Esto hace que entre líquido en
602 las esporas ejerciendo presión que causa que el filamento polar se dispare y salga al
603 exterior perforando las células epiteliales del tubo digestivo. Posteriormente, a causa de
604 estas presiones, el contenido de las esporas se inyectara en las células epiteliales del
605 ventrículo de la abeja (Orantes & Gonzales, 1998).

606 Las abejas infectadas eliminan los esporos a través de las heces, estos pueden
607 permanecer viables por mucho tiempo, en esta forma son resistentes al enfriamiento,
608 congelado, liofilización y a la exposición a microondas (Guardiola, 2002).

609 Esta enfermedad afecta a las abejas individualmente y esto genera un desorden en la
610 colmena, dado que disminuye la vida productiva de las abejas adelantando la edad en la
611 que salen a pecorear y produciendo un mayor desgaste en estas, lo que genera que su
612 vida se acorte considerablemente. Por lo tanto la colmena se va despoblando con el
613 consecuente impacto negativo en la fortaleza y la producción de las colmenas en la
614 temporada que se avecina (Malone & Gatehouse, 1998).

615 **7.3.2 –*Nosemaceranae***

616 Estas presentan un tamaño menor a *N. Apis* el cual ronda los cuatro coma uno a cuatro
617 coma cuatro micrones de largo y un ancho que va desde los cero coma cero nuevo a dos
618 coma dos micrones, la forma es ovalada o de bastón. Esta especie a su vez presenta un
619 menor número de vueltas en su filamento polar, estas alcanzan entre veinte y veintitrés
620 vueltas (Bruno, 2011).

621 La germinación de las esporas una vez ingeridas por las abejas y localizada dentro del
622 ventrículo responde de igual manera que para el caso de *N. apis*.

623 Las abejas infectadas por esta especie de Nosema tienen un mayor consumo de
624 alimento, por lo tanto se produce un aumento del mecanismo de trofalaxia con lo cual las
625 esporas dentro de la colmena se diseminan más rápidamente aumentando de este modo
626 un porcentaje de abejas enfermas. Este mayor consumo de alimento por parte de las
627 abejas se produce porque el microsporidio afecta el sistema digestivo y esto genera
628 desbalances energéticos y proteicos lo cual estimula el consumo de alimentos para suplir
629 ese desbalance (Naug&Gibbs, 2009).

630 Las colonias de abejas afectadas por esta enfermedad durante los meses de verano
631 pueden gradualmente perder las abejas adultas, lo que generaría una reducción en la
632 producción de miel, dado que estas son las encargadas de pecorear néctar, agua, polen y
633 propóleos, lo que terminaría generando la muerte de la colmena a causa de la falta de
634 alimentos. Los zánganos afectados presentan una disminución en la producción de
635 semen con una reducida concentración de este, a causa de esto la reina fecundada con
636 estos zánganos dispondrá de una menor cantidad de espermatozoides y de menor
637 calidad, repercutiendo en la futura postura de esa reina y su vida útil (Borsuk et al. 2018).

7.5 - Diagnóstico de la enfermedad

Nosemosis es una enfermedad que no presenta signos patogénicos claros, por lo que su detección clínica se vuelve algo engorrosa. Solo *N. apis* presenta como signo relevante manchas de diarrea de color marrón oscuro a negro, de olor desagradable. Pero este signo no es solo atribuido a esta enfermedad sino también suele manifestarse cuando hay trastornos no infecciosos en las colonias, por lo tanto no da certezas de su presencia en la colmena.

A campo para obtener un presuntivo debemos observar si hay presencia de diarrea en techos, marcos y celdas y demás partes de la colmena. Dado que este patógeno afecta el sistema digestivo de la abeja, causa que defeque en estos sitios. También es importante observar el comportamiento de las abejas, al perder la capacidad de vuelo, presentan temblores de alas con movimientos espasmódicos, además el consumo de alimento en la colmena es mayor producto en los trastornos generados en la absorción de nutrientes. Todo esto genera un atraso de la colmena principalmente en primavera lo que también se refleja con la postura de la reina que se ve disminuida (Gomez, 1998). Por lo tanto, dada la falta de signos claros para su detección se debe efectuar un diagnostico laboratorial con la técnica Cantwell (OIE, 2008), tomando una muestra de abejas pecoreadoras extraídas desde la piquera de la colmena las que informan sobre la mayor intensidad de la infección.

7.6 -Daños

Esta enfermedad al destruir las células intestinales impide la correcta asimilación de las proteínas que contienen los alimentos, por lo tanto se generan alteraciones nutricionales en las abejas, las cuales deben consumir una mayor cantidad de alimentos para poder cubrir su demanda proteica a través del polen y energéticas (Johannes, 2003).Esto

también genera un mayor desgaste en las abejas las cuales tienen una menor longevidad, siendo su vida más corta en relación a abejas sanas, estas pérdidas de abejas adultas es considerada crítica a la salida del invierno y principio de la primavera donde los requerimientos de las abejas son mayores y la colmena se encuentra con un número reducido de pecoreadoras.

Las abejas afectadas por esta enfermedad presentan atrofia en las glándulas hipofaringeas, las cuales se degeneran prematuramente; esto genera una menor producción de jalea real por parte de las abejas, lo que se traduce en menor cantidad de alimento para las crías en el periodo larval durante los primeros tres días y durante toda la vida de la abeja reina, esto afecta la producción de reinas de buena calidad y de larvas saludables para el posterior desarrollo de la colonia.

Las reinas se ven afectadas en su aparato reproductor, se atrofian las ovariolas lo que puede llegar a generar esterilidad de la reina con lo cual se ve resentida su postura (Hassanein, 1951).

Interpretando los daños que produce la enfermedad en las abejas se refleja en una menor producción de miel en la temporada, dado que las colonias salen del periodo invernal con un menor número de abejas adultas, con una reina que tiene una postura deficiente y poco desarrollo de la cría, además de incrementar el consumo de miel dado los trastornos digestivos ocasionados.

7.7 -Tratamiento

El control de esta enfermedad se puede llevar adelante con Manejo Integrado del Colmenar a fin de garantizar el vigor de las colonias en casos de infecciones leves y también con productos químicos para infecciones de mayor envergadura. Cuando el grado de infección es bajo podemos controlar la enfermedad con una adecuada

688 organización dentro de la colmena, es decir, manejando los espacios, la alimentación,
689 teniendo reinas jóvenes en producción y una adecuada humedad interna en la colmena,
690 llevando adelante estas prácticas de manejo se puede controlar la enfermedad en niveles
691 donde no causen daños económicos.

692 En caso de ser necesario se podrán utilizar agentes químicos para su control. En
693 Argentina, hasta el momento solo se dispone de un producto autorizado en el
694 Nomenclador Oficial del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria SENASA
695 autorizado para ser utilizado en casos severos de infección por *Nosema* spp. Este es un
696 antimicótico cuyo principio activo es el Biciclohexilamonio Fumagilin 2,04 g, el cual se
697 suministra a las colmenas por medio de jarabes. Este producto solo tiene efecto sobre las
698 fases vegetativas de la enfermedad, por lo tanto puede bajar los niveles de infección en la
699 colmena rápidamente, pero no previene de futuras reinfecciones, dado que no ataca a la
700 forma de resistencia que son las esporas (Caron & Connor, 2013). Por lo tanto para
701 controlar esta forma de resistencia y propagación de la enfermedad es necesario llevar
702 adelante prácticas de manejo higiénico sanitario en los materiales a utilizar y en la
703 colmena, por lo tanto es importante desinfectar el material inerte como pisos, techos,
704 cuadros y alzas con acético glacial al 80 %, durante siete días en una habitación cerrada,
705 luego ventilar se procede a ventilar el material durante dos días mínimamente antes de
706 usarse en el campo (Bruno, 2011).

707 Otra forma de bajar la carga de esporas en la colmena es llevando adelante el recambio
708 de cuadros en la cámara de cría, se deben cambiar el 33 % de los cuadros anualmente
709 para lograr disminuir la contaminación interna. La humedad interna de la colmena es otro
710 factor a controlar, dado que el exceso de esta es un factor predisponente para el
711 desarrollo de la enfermedad, así mismo debemos tener en cuenta el lugar de instalación
712 del apiario, este no debe ser húmedo (PROAPIS, 2005).

713 Es fundamental tener colmenas bien pobladas durante todo el año, con adecuada reserva
714 de miel y polen durante la temporada baja y con recambios de reinas cada dos años para
715 mantener la enfermedad en un umbral donde no cause daños económicos.

716 **8- OBJETIVO**

717 Realizar la curva de esporulación de *Nosemaspp* en alta temporada en un colmenar de la
718 ciudad de La Plata.

719 **9-MATERIALES Y MÉTODOS**

720 **9.1 - Lugar del estudio**

721 El estudio se realizó en el colmenar didáctico y de producción del curso Producción
722 Animal I de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de
723 La Plata, en la ciudad de La Plata. El mismo se efectuó durante el transcurso de la alta
724 temporada apícola que comprendió los meses de agosto a diciembre de 2019.

725 **9.2 - Selección de colmenas**

726 Se seleccionaron dos colmenas tipo Langstroth del apiario en estudio, estas fueron
727 identificadas como Colmena N° 1 y Colmena N° 2. Fueron evaluados antes de iniciar el
728 ensayo mediante el análisis de laboratorio para determinar la carga esporular inicial de *N.*
729 *spp*. Las colmenas se encuentran manejadas según el criterio técnico de MIC, además de
730 respetar las pautas de control sanitario sugeridas por las BPAyM.

731 **9.3- Monitoreo y toma de muestras**

732 El monitoreo se define como el procedimiento que se debe efectuar en las diferentes
733 épocas del año a fin de determinar la presencia o ausencia de enfermedades que afecten
734 a las colonias de abejas melíferas. El muestreo se refiere a la obtención de las abejas
735 para su estudio, el cual se realizó con frecuencia semanal durante el periodo de ensayo,
736 siendo las colmenas estudiadas seleccionadas al azar.

9.3.1- Toma de muestras

Se muestrearon las colmenas seleccionadas. Para esto, se recolectó una muestra individual por cada colmena seleccionada en forma semanal. El muestreo de las abejas se realizó alrededor de las 14 hs en cada ocasión, el cual es el momento con mayor frecuencia de vuelos. Se procedió de la siguiente manera: se tapó la piquera y se esperó que se acumulen abejas pecoreadoras en la entrada. Luego se recolectó un promedio de 100 abejas por colmena, utilizando un cepillo de apicultura. Las abejas se colocaron dentro de un frasco de material plástico/vidrio de boca de ancha hermético y que contenía alcohol etílico 96° como conservante. Se rotuló identificando a que colmena correspondía la muestra, recordando que éstas son individuales no haciendo un pool de abejas de diferentes colmenas. Referente a los conservantes, se pueden utilizar alcohol etílico 96° si la muestra será procesada dentro de los 7 días de recolectada; o formol 4%, que preserva la misma por tiempo indefinido (Bacci & De la Sota, 2005). No se utilizó este último por ser de mayor toxicidad al inhalarlo estar en contacto con la piel y/o mucosas. El conservante se colocó luego de tomar la muestra y cubriendo la totalidad de las abejas. Es importante considerar que las abejas deben tener conservante ya que si continúan vivas o aletargadas la reproducción del hongo sigue en actividad lo que produce una variación en el resultado final.

9.3.2 - Procesado de la muestra. Macerado

Se lavó la muestra a fin de eliminar los restos del conservante y se escurrió con colador. Se separaron los abdómenes de 60 abejas sin comprimir el mismo a fin de no perder material intestinal. Luego, se trituraron los abdómenes en un mortero con 10 ml. de agua destilada estéril, se filtró el material con un cedazo tipo colador de té, para retener los restos de tejidos groseros. Posteriormente se enjuagó con 20 ml. de agua destilada estéril, se realizó un nuevo filtrado con un tamaño de malla 0.044 mm y se enjuagó con 30 ml. de

762 agua destilada estéril. Así se obtuvo una solución del macerado con un volumen de
763 sesenta ml. de agua destilada (OIE, 2008; MDA 2021)

764 **9.3.3 - Técnica de Cantwell. Determinación Laboratorial**

765 **9.3.3.1 -Conteo**

766 Con microscopía óptica solo podemos diagnosticar *Nosemaspp.* Se pueden diferenciar
767 ambas especies, *apis* y *ceranae* solo con microscopio electrónico o métodos moleculares
768 que se basan en el estudio de los ácidos nucleicos, los que forman parte de una
769 secuencia genética exclusiva para cada especie. Estos se extraen de forma directa del
770 microorganismo o indirectamente cuando están presentes en una muestra. Entre las
771 técnicas que existen están las que se basan en la hibridación del ácido desoxiribonucleico
772 y las basadas en PCR Polymerase Chain Reaction o Reacción en Cadena de la
773 Polimerasa (Rodríguez *et al.*, 2009).

774 Para realizar el conteo de esporos de *N. spp.* se utilizó la técnica de Cantwell (OIE, 2008),
775 mediante una cámara de Neubauer o hemocitómetro. El área de conteo estaba dividida
776 en veinticinco cuadros grandes formados por dobles líneas Diagrama C, (Figura 1, aquí),
777 éstos a su vez divididos por líneas simples en 16 cuadrículas más pequeñas. Previo al
778 conteo, se debió agitar energicamente en sentido vertical 10 a 15 veces la suspensión
779 obtenida del macerado descrito anteriormente ya que los esporos sedimentan.
780 Posteriormente se tomó una alícuota con un ansa de aproximadamente 10 µl y se depositó
781 en la muesca de la cámara para proceder a su llenado. Se corroboró el llenado de la
782 misma, evitando que desbordaran aquellos casos que se produjo sobrecarga, desborde o
783 formación de burbujas, se descartó y se repitió la operación. También fue necesario repetir
784 el procedimiento llenando la otra hemicámara de la cámara de Neubauer para luego
785 poder realizar el conteo por duplicado y obtener un promedio de ambas lecturas. Se dejó
786 reposar aproximadamente unos minutos, para que los esporos sedimenten, aunque se

787 debió tener especial cuidado de que no se retraiga la muestra, ya que si esto sucediera
788 habría que descartar la misma y repetir nuevamente el protocolo. Después de esto, se
789 mojaron las bandas laterales de la cámara y se colocó un cubreobjeto limpio y seco. Así
790 con el preparado ya listo se colocó la cámara bajo el microscopio. En primer lugar, se
791 visualizó con el menor aumento la distribución homogénea de los esporos en todos los
792 cuadros, luego se pasó a mayor aumento 40x y por último se realizó el conteo. Es
793 recomendable que el mismo se realice antes que se produzca la deshidratación de la
794 muestra, es decir, que se retraiga el líquido de la cámara. Si eso ocurriera habría que
795 descartar la misma y repetir la carga. Es importante para evitar la subestimación o
796 sobrestimación en el conteo, no se incluyan los esporos que toquen las dobles líneas de
797 arriba y de la izquierda de los cuadros y sí las que toquen las de la derecha y
798 abajo. Cuando en el cuadrado 2 del Diagrama C, (Figura 1, aquí), se visualizan menos de
799 16 esporos se realiza el conteo de las 25 cuadrículas y se calcula a partir de la siguiente
800 expresión:

801 **Esporos contados x 10.000 = esporos/ml**

802 En cambio, cuando en el cuadrado 2 Diagrama C, (Figura 1, aquí), la cantidad de esporos
803 sea elevada, es decir, mayor a 16 esporos sólo se realizará el conteo de las cuadrículas
804 de los extremos y la central numeradas del 1 al 5 en el Diagrama C, (Figura 1 aquí), y se
805 calcula

806 **Esporos contados x 5 x 10.000 = esporos/ml**

807

808 La intensidad de la infección se expresó en millones de esporos / abejas según la
809 siguiente escala (Tabla 1, aquí): Nula menos de 0,01; Leve 0.01 - 0,5; Moderada 0.5 – 1.0

810 y Grave 1,0 o más (MDA, 2021). Una vez finalizado el conteo se limpió la cámara con
811 agua destilada luego se sumergió la cámara en alcohol y se secó con papel absorbente
812 seco para continuar el trabajo laboratorial de las demás muestras.

813 **10- RESULTADOS**

814 Los valores encontrados registraron un porcentaje promedio de las muestras con
815 intensidad Grave 73.3%, Moderada 16,7 %, Leve 6,7% y un 3,3% con nivel Nulo (Tabla 2,
816 aquí). Estos resultados indican una gran variación en los valores de esporulación a lo
817 largo del estudio tal como está expresado (Tabla 3, aquí). En esta se observa que, a lo
818 largo de la curva de esporulación trazada, a inicios de primavera, las colmenas se
819 encontraban con una alta carga esporular, oscilando la Colmena N° 1 con
820 32.750.000 esporos por abeja, mientras que la N° 2 presentaba 9.850.000 esporos por
821 abejas. Ambas colmenas finalizaron con una disminución notable de infección, si bien
822 seguían manteniendo la condición de Nivel Grave expresado con 10.200.000 esporos por
823 abejas la N° 1 y la N° 2, 1.700.000 esporos por abejas. El trazado de las curvas de
824 esporulación visualizados (Grafico 1, aquí), (Grafico 2, aquí), corresponden a las
825 Colmenas N° 1 y N° 2 respectivamente. En estos se observa luego de la alta carga
826 esporular inicial, dos picos en la cantidad de esporas presentes al inicio de primavera en
827 Colmena N° 1 e inicio y fin de primavera para la Colmena N° 2. Asimismo en ambas hay
828 una disminución de la carga esporular durante los meses de octubre y noviembre.

829 **11- DISCUSIÓN**

830 La curva de esporulación, realizada por Cornejo y Rossi (1974), para la ciudad de La
831 Plata, durante el período comprendido entre los años 1967 a 1972, demostró que, desde
832 fines de agosto a mediados de diciembre, la velocidad de reproducción del espora
833 aumenta. Esto está dado porque los esporos necesitan entre un 65% y 70 % de humedad

y temperatura ambiental superior a 20°C para reproducirse, por ello, la época de mayor esporulación es en primavera y comienzos de verano, cuando se conjugan ambos factores.

Durante el trazado de la curva de esporulación de *Nosemaspp* se pudo observar que la misma tiene ciertas similitudes con la trazada por Cornejo y Rossi(1974), Guardiola (2002) y Higeset *al.*, (2009), presentando algunas variantes. Analizando los resultados obtenidos se interpreta que la colmena N° 1 inició en septiembre con un nivel de esporulación Grave, permaneciendo así hasta fines de octubre en donde disminuye a Moderado, fluctuando en el mes noviembre de Grave, Nula, Moderado para finalizar Grave. A inicios del mes de diciembre la esporulación disminuye a Moderada, luego Leve para terminar aumentado a nivel Grave,(Gráfico 1, aquí).La colmena N° 2 mantuvo un nivel de infección Grave durante los meses de septiembre y octubre, disminuyendo durante noviembre a Moderada y Leve y al finalizar este mes, alcanzó el nivel Grave, el cual se mantuvo durante todo el mes de diciembre,(Gráfico 2, aquí).Los autores antes mencionados indicaron el crecimiento de la esporulación a inicio de primavera para disminuir en verano.La baja en la esporulación presentada en los meses de octubre y noviembre podría estar asociada a causas ambientales, según las investigaciones realizadas por los autores antes mencionados.

12-CONCLUSIÓN

Se cumplió el objetivo del Trabajo Final de Carrera al trazar la curva de esporulación de *Nosemaspp*.en alta temporada en colmenas de *Apis mellífera*. Las variaciones encontradas en la velocidad de esporulación en ambas colmenas pudieron obedecer a diversos factores a saber: condiciones ambientales; disponibilidad de floración melífera; susceptibilidad del material genético a *Nosemaspp*; por citar algunas posibles causas los que deberían ser investigados en otra etapa de estudios. Se interpreta que si bien al inicio

859 del ensayo hubo una gran carga esporular, finalizado el mismo se observa el inicio del
860 descenso de la esporulación. Respecto a los resultados obtenidos, se observa que, las dos
861 colmenas estudiadas conviven con la enfermedad durante todo el ciclo productivo, y los
862 niveles de infección para ambas colmenas aumentan al finalizar el mes de noviembre
863 donde la carga de esporas de *Nosemaspp.* presenta Niveles Graves. Por lo tanto sería de
864 utilidad monitorear y controlar la evolución de *Nosemaspp.* en las épocas susceptibles a
865 manifestarse. Como se pudo observar la mayor parte del tiempo en el que se estudió el
866 comportamiento de la enfermedad, ésta se mantuvo en Nivel Grave. De esta forma se
867 podría sugerir medidas correctivas de manejo para controlar la enfermedad en los
868 colmenares mediante prácticas de higiene, profilaxis y tratamientos terapéuticos, éstos
869 últimos si correspondiera efectuarlos.

870 A la fecha de presentación de este Trabajo Final de Carrera, marzo 2021, en el
871 Nomenclador Oficial de SENASA se encuentra aprobado el principio
872 activo Biciclohexilamonio de Fumagilin (SENASA, 2019). Este antibiótico está registrado por
873 el laboratorio fabricante bajo el número 97117 para controlar *Nosemaspp.* SENASA es la
874 institución pública encargada de ejecutar las políticas nacionales en materia de sanidad y
875 calidad animal y vegetal e inocuidad de los alimentos de su competencia. Así como de
876 verificar el cumplimiento de la normativa vigente en la materia. Este medicamento no debe
877 ser utilizado de manera preventiva sino debe ser aplicado en forma curativa cuando se
878 presentan casos diagnosticados laboratorialmente como positivos para *Nosemaspp.* El
879 problema radica que si bien este medicamento está autorizado para ser utilizado en
880 tratamientos sanitarios para Nosemosis, el mismo no se encuentra disponible
881 comercialmente en Argentina. Estas circunstancias nos llevan a tener que realizar
882 observaciones tempranas a campo de la enfermedad, muestrear y analizar para conocer
883 los niveles de infección presentes en las colmenas. De esta manera podremos

actuar mediante prácticas profilácticas de manejo de las colmenas siguiendo los criterios de Manejo Integrado del Colmenar MIC y las Buenas Prácticas Apícolas y de Manufactura, BPAyM. Así se logrará disminuir la carga esporular y mantener la enfermedad en niveles inferiores al umbral de daño económico.

Sería muy necesario poder continuar con estos estudios y trazar curvas de esporulación en las diferentes regiones apícolas de nuestro país a fin de caracterizar su status sanitario. Con esta dinámica de trabajo se podría contrarrestar los daños producidos por esta patología en la obtención de productos y subproductos de la colmena como miel y material vivo respectivamente.

13- BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- **Bacci, M. & De la Sota, M.** 2005. Enfermedades de las abejas. Trámites en Apicultura. Manual de procedimientos. Edito Coordinación de Gestión Técnica. Dirección Nacional de Sanidad Animal del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. 64 pp.
- **Borsuk, M., Kozłowska, M., Anusiewicz, J., Paleolog** 2018. Nosemaceranae changes in semen characteristics and damage sperm DNA in honeybee drone. *Invertebrate Survival Journal*, 15: 197-202.
- **Botias, C.** 2013. Patrón epidemiológico y nuevos métodos de control de las nosemosis de *Apis mellifera* en España. Tesis Doctoral. Departamento de Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid, pp 282.
- **Bruno, S.** 2011. Enfermedades de las abejas. Nociones prácticas. Editorial Ciencia y Abejas Gral. Belgrano. Buenos Aires. Argentina. Edición 1era. 136 pp.
- **Cali, A., Takvorian, P.M.** 2014. Chapter 2: Developmental Morphology and Life Cycles of the Microsporidia. En: *Microsporidia*, Ed: John Wiley y Sons, Inc. pp. 71–133.
- **Cabrera, A.** 1994. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo 2, Fascículo 1. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Editorial ACME S.A.C.I.
- **Camacho, A.** 2001. Potencialidad melífera y polinífera de dos zonas de vida de la Provincia de Loja. Centro Andino de Tecnología Rural (cater). Universidad Nacional de Loja. Ecuador. Disponible en línea: <http://www.joethejuggler.com/Funbotanica/Boletin9.html>. Último acceso Mayo 2009

- 932 • **Cantwell, G.E.** 1970. Standard methodsfor counting Nosemaspores. American
933 BeeJournal 110:222-223.

- 934 • **Caron, D.M. &Connor, L.M.**2013.Honeybeebiology and beekeeping. Ed:
935 WicwasPresspp 368

- 936 • **Chen, Y., Evans, J.D., Smith, I.B., Pettis, J.S.** 2008.Nosemaceranaeis a long-
937 present and wide-spread microsporidianinfectionoftheEuropeanhoneybee
938 (*Apis mellifera*) in theUnitedStates. JournalofInvertebratePathology97: 186–188.

- 939 • **COPROFAM,** 2020.Disponible en [https://coprofam.org/2020/05/11/una-semana-](https://coprofam.org/2020/05/11/una-semana-para-conocer-la-miel-enargentina/#:~:text=Se%20calcula%20que%20en%20la,el%20uso%20industrial%20y%20farmac%C3%A9utico)
940 [para-conocer-la-miel-](https://coprofam.org/2020/05/11/una-semana-para-conocer-la-miel-enargentina/#:~:text=Se%20calcula%20que%20en%20la,el%20uso%20industrial%20y%20farmac%C3%A9utico)
941 [en](https://coprofam.org/2020/05/11/una-semana-para-conocer-la-miel-enargentina/#:~:text=Se%20calcula%20que%20en%20la,el%20uso%20industrial%20y%20farmac%C3%A9utico)argentina/#:~:text=Se%20calcula%20que%20en%20la,el%20uso%20industrial
942 %20y%20farmac%C3%A9utico. Ultimo acceso: Enero 2020

- 943 • **Cornejo, L. &Rossi, C.** 1975. Enfermedades de las abejas, su profilaxis y
944 prevención, 2da edición. Argentina. Editorial Ciencia y Abejas . 238 p.

- 945 • **FAO,** 2015. El valor de las abejas para la polinización de los cultivos. Disponible
946 en: <http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/329193/>. Ultimo acceso: Septiembre
947 2020

- 948 • **Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP,** 2016.Curso de
949 Fruticultura. Teórico: Regiones Frutícolas en Cuyo. pp. 54-59. Último acceso junio
950 2020.

- 951 • **Franzen, C. & Müller, A.**1999.Cryptosporidia and microsporidia—
952 waterbornediseases in theimmunocompromised host. DiagnosticMicrobiology and
953 InfectiousDisease, 34(3): 245–262.

- 954 • **Fries, I., A. de Ruijter, R. J. Paxton, A. J. da Silva, S. B. Slemenda & N. J.**
 955 **Pieniazek.** 2001. Molecular characterization of *Nosema bombi* (Microsporidia
 956 :Nosematidae) and a note on its sites of infection in *Bombus terrestris*
 957 (Hymenoptera : Apoidea). J. Apic. Res. 40: 91-96.

- 958 • **Fries, I.; Slemenda, S.; Da Silva, A. & Pieniazek, N.** 2003. African honeybees
 959 (*Apis mellifera scutellata*) and nosema (*Nosema apis*) infections. J. Apic. Res. 42(1-
 960 2): 13-15

- 961 • **Fries, I.; Martín, R.; Meana, A.; García-Palencia, P.; Higes, M.** 2006. Infecciones
 962 naturales de *Nosema ceranae* en abejas melíferas europeas. J. Api Res. 2006; 45:
 963 230–233.

- 964 • **Fritzsch, V. & Bremer, R.** 1975. Higiene y profilaxis en apicultura. Editorial Acribia.
 965 Zaragoza (España) 181pp.

- 966 • **Garibaldi, L.; Morales, C.; Ashworth, L.; Chacoff, N. y Aizen M.** 2012. Los
 967 polinizadores en la agricultura. Disponible en:
 968 [https://www.researchgate.net/publication/232073151_Los_polinizadores_en_la_ag](https://www.researchgate.net/publication/232073151_Los_polinizadores_en_la_agricultura)
 969 [ricultura](https://www.researchgate.net/publication/232073151_Los_polinizadores_en_la_agricultura). Último acceso: Enero 2020

- 970 • **Goblirsch, M.; Huang, Z.Y.; Spivak, M.** 2013. Physiological and
 971 Behavioral Changes in Honey Bees (*Apis mellifera*)
 972 Induced by *Nosema ceranae* Infection. PLoS ONE, 8(3), e58165.

- 973 • **Gomez, A.** 1998. Nosemiasis y Varroasis, Situación actual. Vida Apícola. (España).
 974 88:51-54.

- 975 • **Guardiola, C.** 2002.Prevalencia de Nosemosis y Amebiasis en un grupo de
 976 explotaciones apícolas, en la IX Región de la Araucanía, Chile. Tesis Lic. Agr.
 977 Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 91pp.

- 978 • **Hassanein, M.**
 979 1951.StudiesontheeffectofinfectionwithNosemaapisonthephysiologyofthequeenhon
 980 ey-bee. Journalof Cell Sciences3 (92): 225-231.

- 981 • **Higes, M.; Martin - Hernández, R.; Garrido - Bailon, E.; Gonzáles - Porto, A.;**
 982 **García - Palencia, P.; Meana, A.; Del Nozal, M.; Mayo, R.& Bernal, J.**
 983 2009.Honeybeecolonycollapsedueto*Nosemaceranae* in professionalapiaries.
 984 Environmental Microbiology Reports. 1 (2): 110 – 113.

- 985 • **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA.** 2008. Especies muy
 986 visitadas por *Apis mellifera L.*, en la Estación Experimental Agropecuaria Rafaela y
 987 zona aledañas durante el periodo otoño-invernal. Disponible en:
 988 http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/111/apicultura_03.htm.Último acceso
 989 junio 2020.

- 990 • **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA.** 2014. Al año Mendoza
 991 produce 1500 toneladas de miel. Disponible en
 992 <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=22733>. Último acceso junio 2020.

- 993 • **Instituto Nacional de Tecnología Agropecuarias INTA.** 2016. Situación de la
 994 apicultura en el Litoral. 2016. Disponible en: [http://inta.gob.ar/noticias/situacion-de-](http://inta.gob.ar/noticias/situacion-de-la-apicultura-en-el-litoral)
 995 [la-apicultura-en-el-litoral](http://inta.gob.ar/noticias/situacion-de-la-apicultura-en-el-litoral). Último acceso junio, 2020

- 996 •

- 997 • **Johannes, D.** 2003. The occurrence of *Nosemaapis* (Zander), *Acarapiswoodi*
 998 (Rennie), and the Cape Problem Bee in the summer rainfall region of South Africa.
 999 Tesis Ms. of Sc, Rhodes University. 43p. Disponible
 1000 en <http://eprints.ru.ac.za/81/1/DJSwart.pdf>. Ultimo acceso octubre 2020.
- 1001 • **Llorente Martínez, J.** 2003. Principales enfermedades de las abejas. Editorial
 1002 Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Secretaría Técnica Madrid España
 1003 Tercera Edición 2003 158 pp.
- 1004 • **Klein, A. M.; Vaissiere, J. H.; Cane, I.; Steffan-Dewenter, S. A.; Cunningham, C.;**
 1005 **Kremen T.; Scharntke, T.** 2007. Importance of pollinators in changing landscapes
 1006 for world crops. *Proc. R. Soc. Lond.* 274: 303–313.
- 1007 • **Maddox, 1987; Fries&Camazine, 2001; Naug&Camazine, 2002. Maddox J. V.**
 1008 1987. Protozoan diseases. En: J. R. Fuxay Tanada Y (Ed.).
 1009 Epizootiology of insect diseases. John Wiley y Sons, New York.
- 1010 • **Malone, L.A. & Gatehouse H.S.** 1998. Effects of *Nosemaapis* Infection on Honey Bee
 1011 (*Apis mellifera*) Digestive Proteolytic Enzyme Activity.
 1012 *Journal of Invertebrate Pathology*, 71(2): 169–174
- 1013 • **Mc Gregor, S. E.** 1976. Insect Pollination of Cultivated Crop Plants. USDA
 1014 Publishing. Disponible
 1015 en: [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/1979/148_Barrios_Vol_30_N__](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/1979/148_Barrios_Vol_30_N__3_-_2012.pdf?sequence=1)
 1016 [3_-_2012.pdf?sequence=1](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/1979/148_Barrios_Vol_30_N__3_-_2012.pdf?sequence=1) y isAllowed=y Ultimo acceso Octubre 2019.
- 1017 • **Ministerio de Agroindustria de Nación. Minagri.** 2016. Guía de Buenas Prácticas
 1018 Apícolas y de Manufactura. Recomendaciones. Ministerio de Agroindustria.
 1019 Presidencia de la nación 108 pp. Disponible en:

- 1020 [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/documentos/](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/documentos/calidad/bpm/BPM_apicola.pdf)
- 1021 [calidad/bpm/BPM_apicola.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/documentos/calidad/bpm/BPM_apicola.pdf)
- 1022 • **Ministerio de Asuntos Agrarios de la provincia de Buenos Aires. MAA.** 2013.
- 1023 Datos de Relevamiento Sanitario Apícola 2013. Laboratorio Central de Sanidad
- 1024 Apícola.
- 1025 • **Ministerio de Desarrollo Agrario de la provincia de Buenos Aires-2021**
- 1026 “Técnicas de Laboratorio para determinación de Enfermedades de las abejas”
- 1027 Laboratorio Central de Apicultura-Dirección Apícola45pp.
- 1028 • **Ministerio de Producción y Desarrollo Económico,** 2017.Productos de las
- 1029 colmenas San Juan. Disponible en: <http://produccion.sanjuan.gob.ar/> Último
- 1030 acceso: junio 2020
- 1031 • **Ministerio del Interior,Obras Públicas y Viviendas.**2014. Región Noroeste,
- 1032 Región Noreste disponible en
- 1033 https://www.mininterior.gov.ar/municipios/gestion/regiones_archivos/NOA.pdf
- 1034 Ultimo acceso Noviembre 2019.
- 1035 • **Naug, D. &Gibbs, A.** 2009.Behavioralchangesmediatedbyhunger in
- 1036 honeybeesinfectedwithNosemaceranae. Apidologie40(6): 595–599.
- 1037 • **Neira, M.** 1994. Problemas de la nosemosis en Chile, factores predisponentes y
- 1038 estrategias para el manejo de la enfermedad. In: IV Congreso Nacional de Ciencia
- 1039 y Tecnología Apícola. Facultad de Agronomía Universidad Católica de Valparaíso.
- 1040 pp. 1-14.

- 1041 • **OIE Organización Mundial de Sanidad Animal.**2008. Manual sobre animales
1042 terrestres capítulo 2.2.4 disponible
1043 en:[http://wahis2devt.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/2.02.04.%](http://wahis2devt.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/2.02.04.%20Nosemosis%20de%20las%20abejas.pdf)
1044 [20Nosemosis%20de%20las%20abejas.pdf](http://wahis2devt.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/2.02.04.%20Nosemosis%20de%20las%20abejas.pdf). Último acceso febrero 2019.
- 1045 • **Orantes, F. &González, A.** 1998.NosemaapisZander, la Nosemosis en el sur de
1046 España. Vida Apícola. (España). 91:48-53
- 1047 • **Paxton, R.J.; Klee, J.;Korpela, S.; Fries, I.**
1048 2007.*Nosemaceranae*hasinfected*Apis mellifera*inEuropesince at least 1998 and
1049 may be more virulentthan*Nosemaapis*. *Apidologie*38: 558-565.
- 1050 • **Peña, J. E.** 2003. Insectos polinizadores de frutales tropicales: no solo las abejas
1051 llevan la miel al panal. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología, 69: 6-20.
- 1052 • **Pérez, G. J.** 2007. Las abejas y el medio ambiente, Portal Ecológico. Disponible
1053 en línea: [www. rebellion.org/noticia.php](http://www.rebellion.org/noticia.php). Ultimo acceso septiembre 2019.
- 1054 • **Pérez, R. &Bruno, S.** 2012. Manual de Instalación y Manejo del colmenar.
1055 Recomendaciones para un manejo eficiente. Ministerio de Asuntos Agrarios de
1056 pcia. De Buenos Aires- Presidencia de la Nación.38 pp.
- 1057 • **PROAPIS.** 2005.Profilaxis, sanidad apícola. PROAPIS. Chile. Disponible en
1058 <http://www.proapis.cl/chile/profila.htm>. ultimo acceso octubre 2020
- 1059 • **Ritter,** 2014. Las enfermedades de las abejas constituyen un problema de
1060 ámbito mundial.Disponible en: <https://www.oie.int/doc/ged/D13698.PDF>Ultimo
1061 acceso agosto 2019.

- 1062 • **Rodríguez, R.; Aguilar, C.; Ayala, L.; Rocha, J.; Padilla, V. & Espinosa, T.**
 1063 2009. Detección de microorganismos mediante métodos moleculares. Acta Química
 1064 Mexicana, Universidad Autónoma de Coahuila. Disponible en
 1065 <http://www.postgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/AQMmicroorganismos.htm>
 1066 |Último acceso agosto 2019
- 1067 • **Sarlo, E.** 2010. Aportes al conocimiento de la naturaleza y control de la
 1068 Microsporidiosis causada por Nosemaceranae (Microsporidia, Nosematidae) en las
 1069 colonias de Apis mellifera (Hymenoptera, Apidae) asentadas en la región sudeste
 1070 de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias
 1071 Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Mar del Plata, pp 162.
- 1072 • **Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria SENASA** 2019.
 1073 Listado de productos aprobados para su utilización en en apicultura SENASA
 1074 Disponible en
 1075 [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/listado_de_productos_aprobados_-_](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/listado_de_productos_aprobados_-_junio_2019.pdf)
 1076 [junio_2019.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/listado_de_productos_aprobados_-_junio_2019.pdf). Última acceso abril 2021
- 1077 • **Síntesis Apícola – informe de coyuntura mensual – Enero 2019.** Disponible en:
 1078 <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Apicultura/documentos/Sin>
 1079 [esisApic183.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Apicultura/documentos/Sin). Último acceso octubre 2019.
- 1080 • **Síntesis Apícola informe de coyuntura mensual – Julio 2020.** Disponible en:
 1081 <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Apicultura/documentos/Sint>
 1082 [esis-Apicola-Julio2020.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Apicultura/documentos/Sint). Último acceso: Febrero 2021
- 1083 • **Sokolova, Y.Y.; Kryukova, N.A.; Glupov, V.V.; Fuxa, J.R.** *Systemostrema*
 1084 *alba* Larsson 1988 (Microsporidia, Thelohaniidae) en la

1085 libélula Aeshnaviridis (Odonata, Aeshnidae) del sur de Siberia: morfología y
1086 caracterización molecular. J EukMicrob. 2006; 53: 49–57.

1087 • **Stanchi, N.; Copes, J.;Echeverria, M.; Gatti, E.;Gentilini, E.; Larsen A.;Leotta,**
1088 **G.; Martino, P.;Moredo, F.; Reinoso, E.** 2019.Microbiologia Veterinaria, segunda
1089 edición ilustrada – Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Inter-Medica, 2019.
1090 1298pp

1091

1092

1093

1094

1095

1096

1097

1098

1099

1100

1101

1102

14 - ANEXO

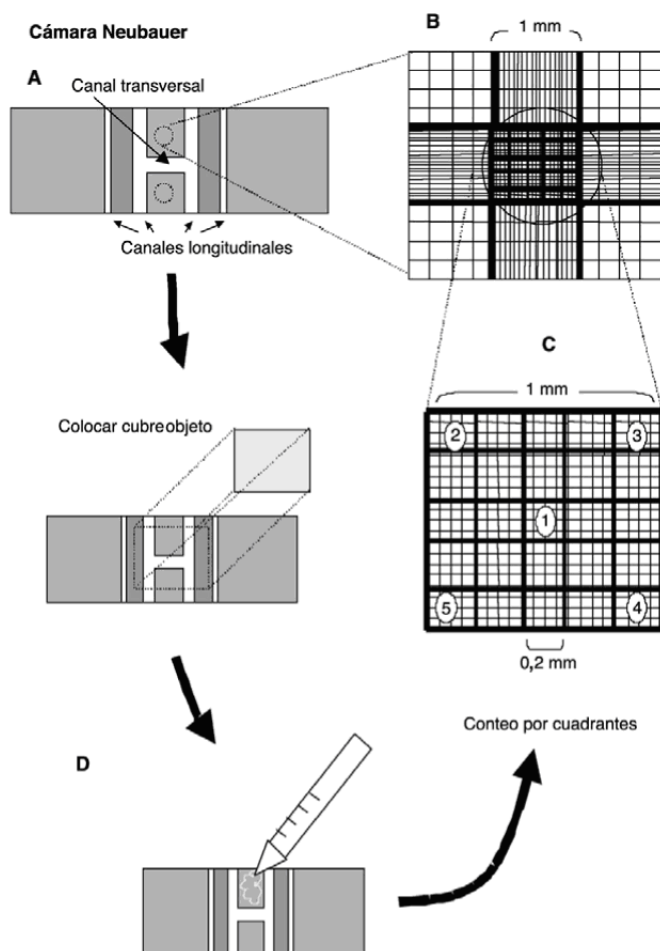


Figura 1: Grafico de técnica de Nosemosis

Figure 1: Nosemosistechniquegraph

Nivel	Millones de esporos/ abejas
Nulo	< 0,01
Leve	0,01 - 0,5
Moderado	0,5 - 1,0
Grave	> 1,0

1113

1114

1115 Tabla 1: Niveles de infestación en función del número de esporas/abeja(MDA,2021).

1116 Table 1: Infestation levels in relation to number of spores/bees (MDA,2021).

1117

1118

1119

1120

1121

1122

1123

1124

1125

1126

Nivel	Colmena N° 1 %	Colmena N° 2 %	Promedio
Grave	66,7	80	73,3
Moderado	20	13,3	16,7
Leve	6,7	6,7	6,7
Nulo	6,7	0	3,3

1127

1128

1129 Tabla 2.Porcentajes promedio de los niveles de infección

1130 Table 2. Average percentages of infection levels

1131

1132

1133

1134

1135

1136

1137

1138

1139

1140

	Colmena N° 1		Colmena N° 2	
Fecha de muestreo	Resultado (millones de esporos / abejas)	Nivel	Resultado (millones de esporos / abejas)	Nivel
10-sep	32.650.000	Grave	9.850.000	Grave
16-sep	9.800.000	Grave	3.520.000	Grave
23-sep	6.680.000	Grave	8.250.000	Grave
3-oct	12.400.000	Grave	2.330.000	Grave
7-oct	7.800.000	Grave	2.770.000	Grave
21-oct	9.850.000	Grave	1.420.000	Grave
29-oct	740.000	Moderado	1.010.000	Grave
6-nov	1.870.000	Grave	580.000	Moderado
12-nov	10.000	Nula	910.000	Moderado
18-nov	740.000	Moderado	430.000	Leve
28-nov	1.850.000	Grave	2.780.000	Grave
2-dic	810.000	Moderado	7.050.000	Grave
10-dic	310.000	Leve	3.500.000	Grave
17-dic	2.630.000	Grave	5.320.000	Grave
29-dic	10.200.000	Grave	1.700.000	Grave

1141

1142

1143 Tabla 3.Resultados de niveles de infección de *Nosemaspp*

1144 Table 3. Results of infección level of *Nosema spp.*

1145

1146

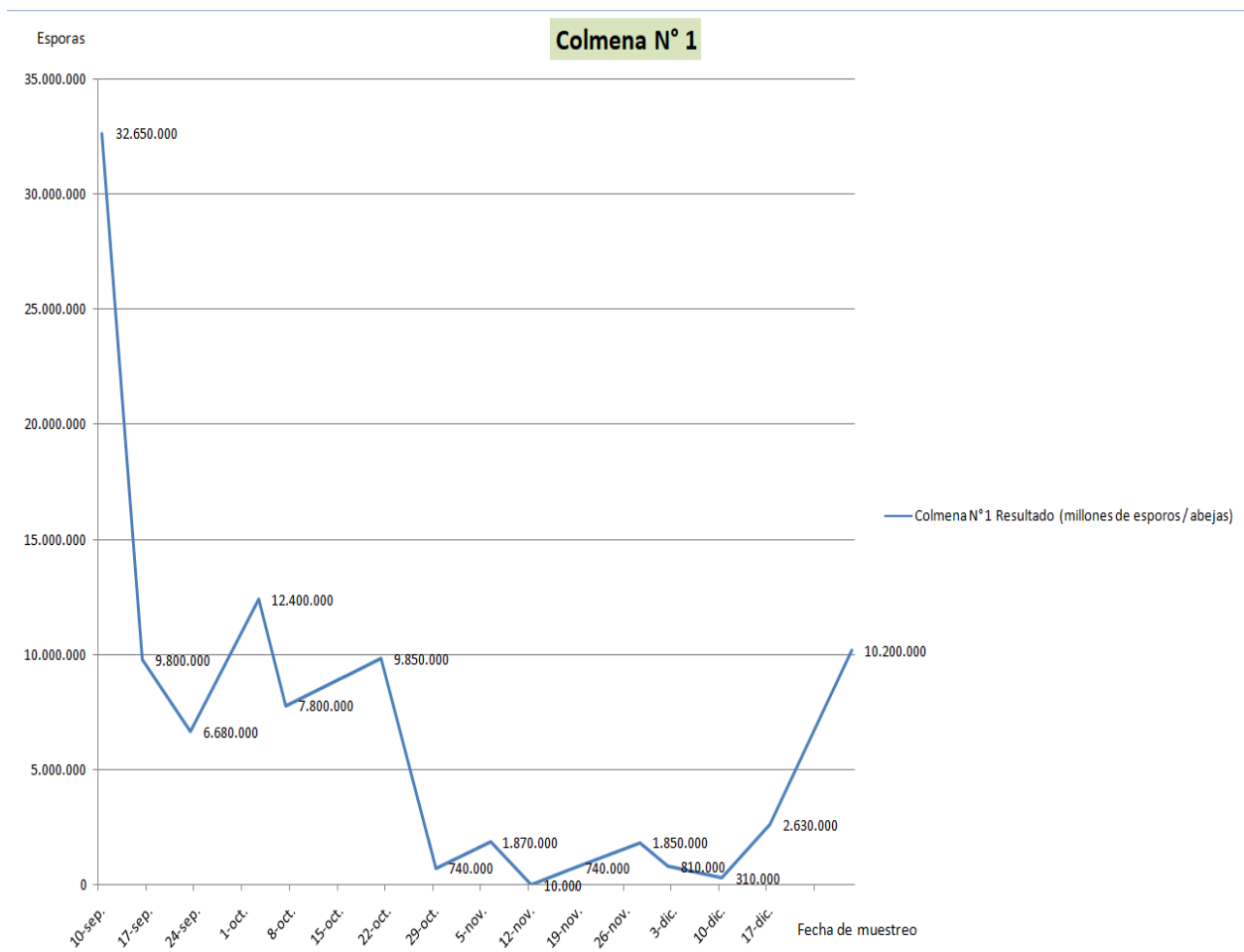
1147

1148

1149

1150

1151



1152

1153 Grafico1. Curva de esporulación de *N. spp* en alta temporada apícola en Colmena N° 1

1154 Graph 1. Sporulation curve of *N. spp* in high beekeeping season in hive N 1

1155

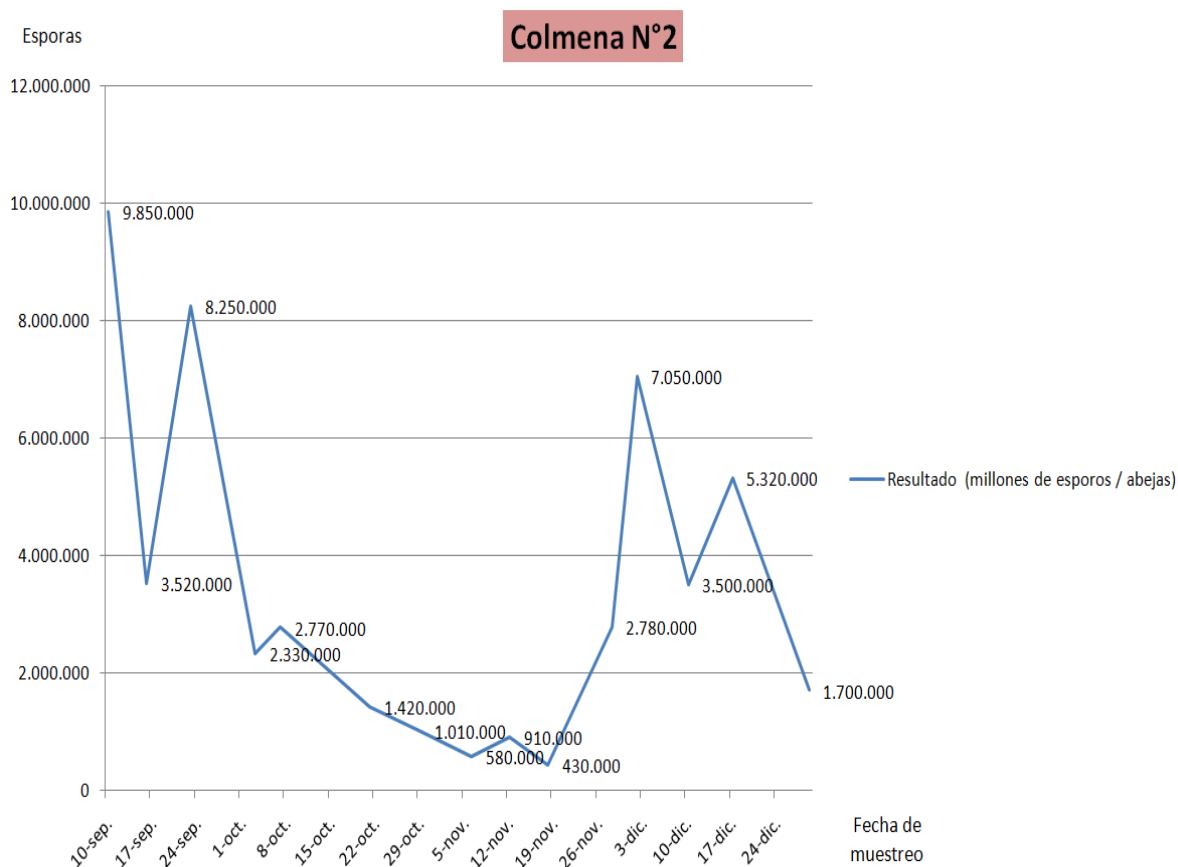
1156

1157

1158

1159

1160



1161

1162 Grafico2. Curva de esporulación de *N. spp* en alta temporada apícola en Colmena N° 2

1163 Graph 2. Sporulation curve of *N. spp* in high beekeeping season in hive N 2

1164

1165

1166

1167